

**PEMANFAATAN *BOTTOM ASH*  
SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS  
PADA PERKERASAN JALAN KAKU**

***THE USE OF BOTTOM ASH AS A PARTIALLY SUBSTITUTION OF  
FINE AGGREGATE IN RIGID PAVEMENT***

**Salma Alwi**

Staf Pengajar Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda  
E-mail: salmaalwi@yahoo.com

**Sujiati Jepriani**

Staf Pengajar Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda  
E-mail: sujiati\_jepriani@yahoo.com

**INTISARI**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuktikan pemanfaatan bottom ash sebagai agregat halus dalam campuran beton. Lebih khusus, penelitian ini difokuskan untuk menentukan jumlah optimum *bottom ash* yang perlu ditambahkan kedalam campuran beton untuk mendapatkan nilai kuat tekan maksimum. Enam puluh empat benda uji beton berbentuk kubus (panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm) disiapkan dengan berbagai variasi campuran bottom ash. Jumlah bottom ash yang ditambahkan dalam campuran adalah 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5% dan 15% dari berat agregat halus. Agregat kasar dan agregat halus berasal dari Palu. Ditemukan bahwa jumlah optimal bottom ash adalah 10% dari berat agregat halus. Kuat tekan beton tertinggi sebesar 301,73 kg/cm<sup>2</sup>. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa workability beton akan meningkat dengan penambahan jumlah bottom ash dalam campuran beton.

**ABSTRACT**

*The goal of this study is to prove the beneficiality of using bottom ash as fine aggregate in concrete mixtures. More specifically, this study is focused on determining the optimum amount of bottom ash that need to be added into a concrete mixture to obtain the highest value of compressive strength. Sixty four cubical concrete specimens (15 cm long, 15 cm wide, and 15 cm high) are provided by varying the portion of bottom ash in the mixture. The amount of bottom ash added in the mixture are 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5% and 15% (by weight) of fine aggregate. Both coarse and fine aggregate are originated from Palu. It is found that an optimum amount of bottom ash is 10% (by weight) of fine aggregate. This corresponds to a compressive strength of 301,73 kg/cm<sup>2</sup>, the highest strength obtained after testing all the specimens. This study also shows that concrete workability increases with the amount of bottom ash added in the concrete mix.*

Keyword : *bottom ash, concrete, fine aggregat*

**PENDAHULUAN**

Industri di Indonesia semakin berkembang baik jumlah maupun ragamnya sehingga limbah industri yang dihasilkan juga semakin meningkat. Limbah industri ini dalam kuantitas maupun karakteristiknya

makin kompleks sehingga semakin menimbulkan masalah dalam pengelolaannya. Sampai saat ini biaya penanganan limbah merupakan salah satu hal yang mendesak bagi pihak industri disamping kebutuhan lahan

juga merupakan masalah serius yang harus dipecahkan karena ketersediaan lahan terutama di daerah perkotaan.

Salah satu limbah yang menjadi masalah adalah limbah hasil pembakaran batubara sebagai sumber energi pada perusahaan kayu lapis. Limbah tersebut berupa *fly ash* dan *bottom ash*. Limbah *bottom ash* yang dihasilkan oleh P.T Sumalindo Jaya Lestari Samarinda > 1 - 2 ton perhari (2013), tetapi dengan berat jenisnya yang relatif kecil maka menghasilkan volume besar, sehingga memerlukan banyak lahan untuk menampungnya.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu adanya suatu penelitian untuk pemanfaatan limbah batubara dari barang yang tidak berguna menjadi sesuatu yang bisa dimanfaatkan, sebagai komoditi atau bahan baku tambahan. Banyak peneliti yang sudah menemukan kegunaan atau manfaat dari *fly ash* sebagai bahan konstruksi, para peneliti ini mendapatkan hasil yang cukup signifikan yaitu bahwa *fly ash* dengan karakteristik tertentu cukup bagus digunakan sebagai bahan campuran atau *filler* dalam pembuatan beton. Tetapi untuk limbah batubara yang lain, yaitu *bottom ash* masih sedikit kegunaan yang diketahui sebagai bahan konstruksi.

Oleh karena itu penelitian ini ditujukan untuk menemukan manfaat dari *bottom ash* sebagai bahan pengganti agregat halus dalam campuran beton dan menentukan variasi prosentase *bottom ash* yang menghasilkan nilai kuat tekan beton diatas kuat tekan beton tanpa *bottom ash*. Dengan demikian selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah *bottom ash*,

juga dapat menambah nilai ekonomis dari *bottom ash* tersebut.

## LANDASAN TEORI

*Bottom ash* adalah abu yang dihasilkan pada proses pembakaran batu bara sebagai sumber energi pada unit pembangkit uap (boiler) pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). *Bottom ash* berbentuk partikel halus dan bersifat pozzolan. Ukuran partikel dari *bottom ash* yang memiliki kesamaan dengan pasir merupakan faktor utama yang menjadi pilihan memanfaatkan *bottom ash* sebagai bahan substitusi pasir dalam campuran beton. Selain itu komposisi kimia *bottom ash* yang bersifat *pozzolanic* merupakan faktor pendukungnya walaupun sifat *pozzolanic* ini tidak terlalu dominan karena ukuran partikel *bottom ash* yang relatif besar. Karakteristik abu dasar dipengaruhi oleh cara penyimpanan, metode pembakaran dan perbedaan mutu batubara sehingga sifat *bottom ash* juga dapat bervariasi.

### a) Sifat Kimia

Komposisi kimia dari *bottom ash* sebagian besar tersusun dari unsur-unsur *Si, Al, Fe, Ca*, serta *Mg, S, Na* dan unsur kimia lainnya.

### b) Sifat Mekanis

Hal yang perlu diperhatikan yaitu adanya *friable* partikel umumnya pada *dry bottom ash* yaitu kerak batu bara yang berbentuk seperti kembang (*pop-corn* partikel). Partikel ini mudah hancur akibat pemadatan dan sangat berpori sehingga memiliki tingkat penyerapan yang tinggi.

### c) Sifat Fisik

Sifat fisik *bottom ash* berdasarkan bentuk, warna, tampilan, ukuran, *specific gravity*, *dry unit weight* dan penyerapan dari *dry bottom ash* dan *wet bottom ash* dapat dilihat pada Tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Sifat fisik *bottom ash*

Sifat Fisik	Wet Bottom Ash	Dry Bottom Ash
Bentuk	Angular / bersiku	Berbutir kecil / granular
Warna	Hitam	Abu-abu gelap
Tekstur	Keras, mengkilap	Seperti pasir halus, sangat berpori
Ukuran (% lolos ayakan)	No. 4 (90 – 100%) No. 10 (40 – 60%) No. 40 (10%) No. 200 (5%)	1,5 sd ¾ (100%) No. 4 (50 – 90%) No. 10 (10 – 60%) No. 40 (0 - 10%)
Spesific gravity	2,3 – 2,9	2,1 – 2,7
Dry Unit Weight	960 -1440 kg/m <sup>3</sup>	720 – 1600 kg/m <sup>3</sup>
Penyerapan	0,3 – 1,1 %	0,8 – 2 %

Sumber : Coal Bottom Ash/Boiler Slag-Material Description

Penggunaan *bottom ash* sebagai campuran beton sudah cukup banyak diteliti antara lain oleh Pradita, dkk (2013) yang menentukan komposisi optimal penggunaan *bottom ash* sebagai pengganti pasir yang digunakan dalam beton mutu normal (K - 100, K - 175 dan K - 250) dan menilai pengaruh *bottom ash* terhadap kuat tekan, penyerapan, porositas, dan susut beton. Persentase *bottom ash* yang digunakan sebesar 0%, 0%, 20%, dan 30% dari berat pasir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton yang menggunakan *bottom ash* menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton tanpa campuran *bottom ash* namun kuat tekan pada semua variasi penggunaan *bottom ash* masih memenuhi standar kekuatan beton yang direncanakan. Komposisi campuran beton yang optimum dengan penggunaan *bottom ash* sebesar 30% dan penggunaan *bottom ash* dalam campuran beton cenderung meningkatkan penyerapan dan porositas beton namun menyebabkan penurunan penyusutan beton. Penelitian lainnya oleh Suarnita (2012) menemukan hasil bahwa dengan memvariasikan bahan tambah *bottom ash* antara 10%, 20%, 30% dan 40% sebagai pengganti agregat halus, diperoleh kuat tekan tertinggi sebesar

20,756 MPa pada variasi *bottom ash* 30%.

Hasil penelitian Melen (2007), menyimpulkan bahwa kuat tekan rata rata beton umur 28 hari, untuk campuran kerikil alami dan pasir sebesar 328,38 kg/cm<sup>2</sup> dan beton campuran kerikil alami dan *bottom ash* sebesar 206,65 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai rata-rata kuat tekan beton hasil campuran kerikil dan *bottom ash* adalah 206,65 kg/cm<sup>2</sup>. Dari pengujian bahan didapati bahwa *bottom ash* dan kerikil alam memenuhi syarat untuk campuran beton dan kuat tekan beton hasil campuran kerikil alami dan pasir pada umur 28 hari lebih baik. Sutrisno (2005), melakukan pengujian kuat tekan pada kubus umur 28 hari dengan variasi *bottom ash* 0% , 25 %, 50 %, 75 %, 100 % terhadap volume pasir Muntilan. Dari hasil pengujian di peroleh kuat tekan optimum ada pada variasi 25 % terhadap volume pasir.

**METODOLOGI**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda. Bahan penyusun beton menggunakan semen *Portland Composite Cement (PCC)* type I dengan merk Tonasa, agregat halus dan kasar berasal dari Palu Sulawesi Tengah dan

*bottom ash* diperoleh dari limbah PT.Sumalindo Jaya Lestari Samarinda. Sedangkan benda uji berupa kubus beton dengan kuat tekan karakteristik K

– 250 kg/cm<sup>2</sup> dan berukuran 15 cm x 15cm x 15 cm sebanyak 63 buah, dengan rincian seperti dalam Tabel 2 sebagai berikut :

**Tabel 2.** Variasi *bottom ash* dan jumlah benda uji

	Variasi <i>bottom ash</i> terhadap volume agregat halus							Total benda uji (buah)
	0%	2.5%	5%	7.5%	10%	12.5%	15%	
Jumlah benda uji	9	9	9	9	9	9	9	63

Adapun tahapan penelitian ini meliputi tahap pertama yaitu tahap persiapan untuk seluruh peralatan dan bahan yang akan digunakan. Tahap kedua adalah tahap pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian terhadap *bottom ash*, agregat halus dan agregat kasar. *Bottom ash* langsung diuji dan digunakan pada campuran beton tanpa penghalusan ataupun penyaringan terlebih dahulu.



**Gambar 1.** *Bottom ash* yang digunakan

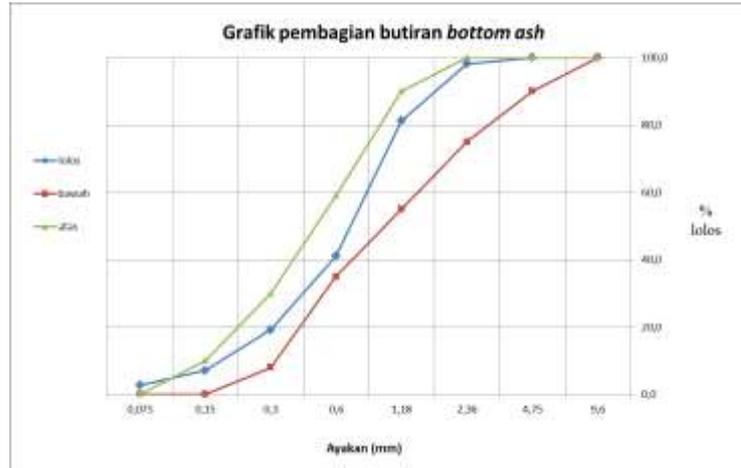
Tahap ketiga adalah pembuatan benda uji dengan didahului membuat perencanaan campuran (*mix design*) yang disesuaikan dengan SNI 03-2834-1993. Tahap berikutnya adalah pengujian kuat tekan beton yang dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian saringan untuk *bottom ash* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Grafik 1. berikut.

**Tabel 3.** Analisa pembagian butiran *bottom ash*

Saringan		Berat Tertahan	% Berat Tertahan	% Tertahan Kumulatif	% Lolos Kumulatif	Batas Atas	Batas bawah
No	mm						
3/8"	9,6	0	0,00	0,00	100,00	100	100
No.4	4,75	0	0,00	0,00	100,00	100	90
No.8	2,36	14	1,88	1,88	98,12	100	75
No.16	1,18	126	16,91	18,79	81,21	90	55
No.30	0,6	299	40,13	58,93	41,07	59	35
No.50	0,3	163	21,88	80,81	19,19	30	8
No.100	0,15	90	12,08	92,89	7,11	10	0
No.200	0,075	33	4,43	97,32	2,68	0	0
Pan	Pan	20	2,68	100,00	0,00	<b>Zona 2</b>	
Jumlah		745	100,00				



**Grafik 1.** Analisa pembagian butiran *bottom ash*

Dari Tabel 2. dan Grafik 1., diketahui bahwa *bottom ash* masuk zona 2, sehingga dapat dikategorikan sebagai pasir agak kasar.

Analisa berat jenis dan penyerapan *bottom ash* dan agregat halus ditampilkan pada Tabel 4. dan Tabel 5. sebagai berikut.

**Tabel 4.** Berat Jenis dan Penyerapan *Bottom Ash*

Berat Benda Uji		gram
Kering Permukaan Jenuh (SSD)	SSD	180
Kering Oven	Bk	145
Piknometer + Air	B	698
Pikno + Air + Benda Uji (SSD)	Bt	735
Perhitungan		
Berat Jenis Bulk		1,01
Berat Jenis Permukaan Jenuh		1,26
Berat Jenis Semu		1,34
Penyerapan (%)		24,14

**Tabel 5.** Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

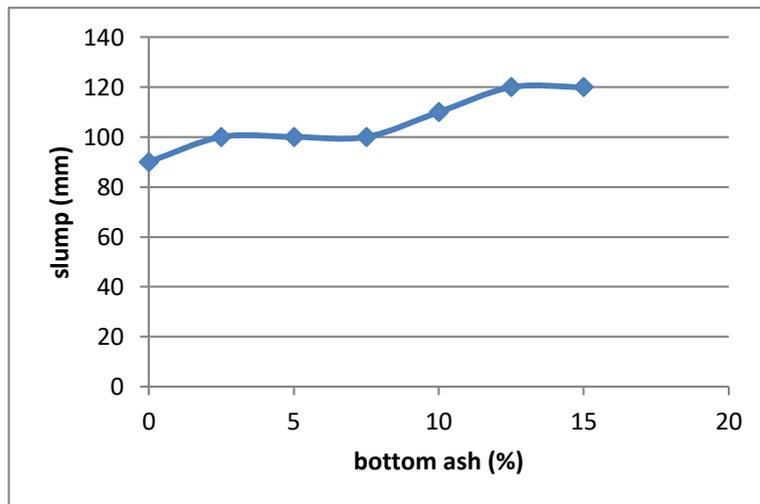
Berat Benda Uji		gram
Kering Permukaan Jenuh (SSD)	SSD	500
Kering Oven	Bk	493
Piknometer + Air	B	978
Pikno + Air + Benda Uji (SSD)	Bt	1285
Perhitungan		
Berat Jenis Bulk		2,55
Berat Jenis Permukaan Jenuh		2,59
Berat Jenis Semu		2,65
Penyerapan (%)		1,42

Dari Tabel 4. dan Tabel 5. diketahui bahwa berat jenis *bottom ash* meliputi berat jenis bulk, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu lebih kecil dibanding berat jenis agregat halus (pasir), namun penyerapan *bottom ash* sebesar 24,14% lebih tinggi dibandingkan penyerapan agregat halus 1,42%.

Nilai slump beton ditampilkan pada Tabel 6 dan Grafik 2 berikut ini,

**Tabel 6.** Nilai Slump Test berdasarkan Variasi *Bottom Ash*

No.	Variasi <i>Bottom Ash</i> (%)	Nilai Slump (mm)
1	0	90
2	2,5	100
3	5	100
4	7,5	100
5	10	110
6	12,5	120
7	15	120



**Grafik 2.** Nilai Slump Test berdasarkan Variasi *Bottom Ash*

Dari Tabel 6 dan Grafik 2., terlihat bahwa penambahan *bottom ash* menyebabkan peningkatan nilai slump pada beton. Semakin tinggi prosentase *bottom ash* di dalam beton maka semakin tinggi pula nilai slump beton tersebut. Hal ini dikarenakan Untuk hasil kuat tekan beton setiap benda uji dan rata – rata setiap variasi *bottom ash* ditampilkan pada Tabel 7 .

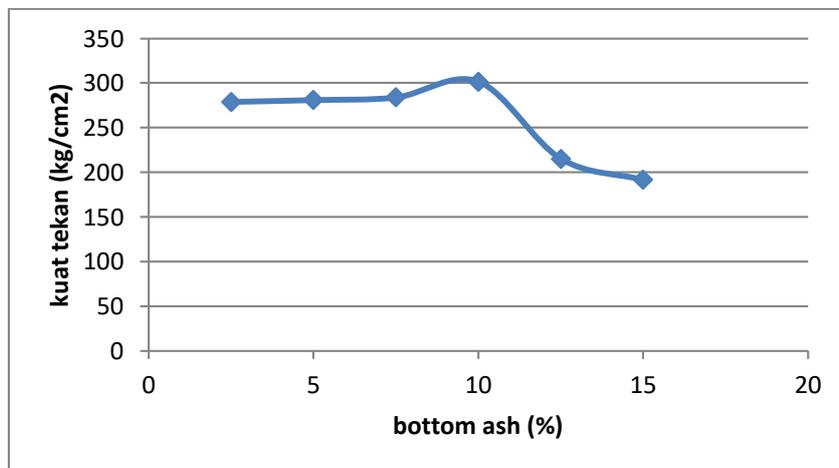
kadar penyerapan *bottom ash* yang lebih tinggi dibandingkan agregat halus menyebabkan faktor air semen pada beton juga lebih tinggi sehingga kelecakan betonnya semakin baik.

Tabel 7. Kuat Tekan Beton berdasarkan Variasi *Bottom Ash*

No.	Bottom Ash	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) 9 benda uji umur 28 hari	Rerata Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0%	288.89 284.44 284.44 293.33 288.89 306.67 288.89 288.89 288.89	290.37
2	2.5%	275.56 271.11 271.11 284.44 280.00 271.11 266.67 310.67 280.00	278.96
3	5%	280.00 284.44 271.11 284.44 280.00 280.00 275.56 284.44 288.89	280.99
4	7.5%	280.00 297.78 284.44 280.00 288.89 275.56 293.33 275.56 280.00	283.95
5	10%	297.78 293.33 302.22 311.11 297.78 293.33 306.67 311.11 302.22	301.73

6	12.5%	217.78	215.31
		222.22	
		226.67	
		208.89	
		222.22	
		213.33	
		213.33	
		213.33	
		200.00	
		200.00	
7	15%	195.59	191.60
		186.67	
		191.11	
		182.22	
		195.56	
		161.11	
		195.56	
		186.67	
		186.67	

Kuat tekan rata-rata setiap variasi bottom ash dapat dinyatakan seperti dalam Grafik3., dibawah ini.



Grafik 3. Kuat Tekan Beton berdasarkan Variasi Bottom Ash

Tabel 7. dan Grafik 3, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton dipengaruhi oleh kadar *bottom ash* pada campuran beton. Nilai kuat tekan beton akan meningkat dengan adanya kenaikan kadar *bottom ash* pada campuran beton. Kuat tekan beton tercapai lebih dari kuat tekan beton tanpa *bottom ash* yaitu sebesar 301,73 kg/cm<sup>2</sup> dengan kadar *bottom ash* optimum sebanyak 10% dari volume pasir. Namun kuat tekan beton berkurang pada penambahan *bottom ash* melebihi 10%.

Hal ini disebabkan karena berat jenis *bottom ash* yang lebih rendah dibanding agregat halus, yang mengakibatkan kepadatan beton rendah sehingga kekuatan tekan beton menjadi rendah pula.

**KESIMPULAN**

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada 65 buah kubus beton berukuran 15 x 15 x 15 cm dengan kuat

rencana 250 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari dan variasi campuran *bottom ash* 0 % ; 2,5 % ; 5 % ; 7,5 % , 12,5 % , 15% terhadap volume pasir, disimpulkan bahwa :

1. Penambahan *bottom ash* menyebabkan nilai slump beton lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa menggunakan *bottom ash*. Dengan demikian penambahan *bottom ash* menyebabkan *workability* beton semakin meningkat yang artinya beton akan semakin plastis sehingga semakin mudah pengerjaannya.
2. Penambahan *bottom ash* mempengaruhi mutu beton. Peningkatan jumlah *bottom ash* menyebabkan semakin menurunnya nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton yang sesuai kuat tekan rencana hanya tercapai pada penggantian pasir dengan *bottom ash* sebesar 10 % dari volumenya.

Melen, J., 2007, *Uji Beda Kuat Tekan Beton Campuran Kerikil Alami Dan Pasir Dengan Campuran Kerikil Alami Dan Bottom Ash Dengan Metode Doe (British Departement of Environment)*, Skripsi, Universitas Negeri Malang, Malang

Pradita Surya, 2013, *Pemanfaatan Abu Dasar (Bottom Ash) Sebagai Bahan Substitusi Pasir Pada Beton Mutu Normal*, Skripsi, Universitas Riau, Pekanbaru

Sutrisno, J 2005, *Studi Eksperimentasi Pengaruh (Respon) Sustitusi Pasir dengan Bottom Ash Pada Beton Konvensional*, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Semarang

Suarnita I Wayan, 2012, *Pemanfaatan Abu Dasar (Bottom ash) Sebagai Pengganti sebagian agregat Halus Pada Campuran Beton*, Journal Teknik Sipil dan Infrastruktur, Vol 2 No.2.

## DAFTAR PUSTAKA

- DPU, 1990, SK SNI 03 - 1970 - *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus*, Jakarta
- DPU, 1990, SK SNI 03 - 1968 - *Metode Pengujian Tentang Analis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*, Jakarta
- DPU, 1990, SK SNI 03 - 1968 - *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*, Jakarta
- DPU, 1990, SK SNI 03 - 1974 - *Metode Pengujian Kuat Tekan*, Jakarta
- DPU, 1990, SK SNI 03 - 1972 - *Metode Pengujian Slump Beton*, Jakarta
- DPU, 1993, SK SNI 03 - 2834 - *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta
- DPU, 1998, SK SNI 03 - 4810 - *Metode Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di lapangan*, Jakarta